

# RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI KESEIMBANGAN TUBUH MANUSIA

Ana Kurniawati <sup>\*)</sup>

## ABSTRACT

*The balance of the human body detector, which is intended to assist in the medical field, will generate information that can analyze the symptoms of a disease caused by a disturbance such as a sense of balance is not balanced, the head felt light, almost fainting and vertigo. The balance of the human body detector consists of a platform which has three sensors. The third sensor will produce a swing movement patterns of the human body.*

**Keywords:** *Body Balance Detection Equipment.*

## PENDAHULUAN

### 1. Latar Belakang

Indonesia sebagai negara yang sedang dalam upaya meningkatkan pembangunan, banyak menggunakan peralatan industri yang dapat membantu dan mempermudah pekerjaan. Namun hal ini juga menimbulkan dampak negatif diantaranya timbul bising pada lingkungan kerja yang berdampak buruk terhadap para pekerja yang menyebabkan sering dijumpai gangguan pendengaran pada para pekerja industri.

Di Indonesia, penelitian tentang gangguan pendengaran akibat bising telah dilakukan sejak lama. Survei yang dilakukan oleh Hendarmin dalam tahun yang sama pada Manu facturing Plant Pertamina dan dua pabrik es di Jakarta mendapatkan hasil terdapatnya gangguan pendengaran pada 50% jumlah karyawan disertai peningkatan ambang dengar sementara sebesar 5-10 dB pada karyawan yang telah bekerja terus

menerus selama 5-10 tahun. (Hendarmin H, 1971).

Gangguan pendengaran selain disebabkan oleh bising juga dapat disebabkan oleh getaran. Bising dan getaran tersebut menimbulkan interaksi berbagai gelombang dengan banyak frekuensi dan amplitudo yang dapat mengakibatkan gangguan pendengaran dan gangguan keseimbangan tubuh manusia.

Gangguan keseimbangan dapat meningkatkan terjadinya jatuh dan akan mengakibatkan terbatasnya aktivitas dalam kehidupan sehari-hari, sehingga akan menurunkan kualitas hidup seseorang. Gejala gangguan keseimbangan pada fase akut dapat berupa ketidakmampuan bangkit dari posisi berbaring dan berusaha bertahan pada posisi berbaring yang tidak menimbulkan keluhan. Ayunan tubuh dapat berlebihan pada saat duduk dan berdiri, serta akan terlihat lebih jelas jika berada di lingkungan yang

tidak stabil, misalnya di tempat gelap atau di alas busa. Bila berjalan sempoyongan, cenderung jatuh ke belakang, pada keadaan ini akan dikompensasi dengan meningkatkan ayunan tubuh, terutama ke arah depan dan kontralateral dan telinga yang terlibat.

Seiring dengan perkembangan teknologi kedokteran yang sangat pesat, banyak peralatan kedokteran yang telah terkomputerisasi digunakan untuk membantu pekerjaan dokter. Sebagai contoh *Ultrasonografi* (USG) digunakan untuk memeriksa keadaan tubuh menggunakan gelombang ultrasonik. CT Scan digunakan untuk scanning kepala dan *electrocardiografi* digunakan untuk melihat fungsi listrik jantung dan lain-lain.

Saat ini telah terdapat Sebuah alat yang digunakan untuk mendeteksi keseimbangan tubuh manusia. Namun alat tersebut mempunyai keterbatasan, yaitu harga yang masih relatif mahal, sukar ditemukan di Indonesia karena alat tersebut hanya terdapat di Jepang. Dengan melihat keterbatasan yang ada, perlu dikembangkan suatu alat alternatif dengan harga yang cukup terjangkau. Akan dirancang dan dibuat sebuah *prototype* alat pendeteksi keseimbangan tubuh manusia.

Alat pendeteksi keseimbangan tubuh manusia tersebut terdiri dari sebuah *platform* yang mempunyai tiga buah sensor. Ketiga sensor tersebut akan menghasilkan pola pergerakan ayunan tubuh manusia. Alat pendeteksi keseimbangan tubuh manusia ini akan

menghasilkan informasi yang dapat membantu seorang dokter dalam menganalisa gejala suatu penyakit yang disebabkan oleh gangguan keseimbangan seperti rasa tidak seimbang, kepala terasa ringan, hampir pingsan dan vertigo.

## **KAJIAN TEORI**

### **1. Keseimbangan**

Banyak sistem atau organ tubuh yang ikut terlibat dalam mengatur dan mempertahankan keseimbangan tubuh. Keseimbangan diatur oleh integrasi berbagai sistem. Untuk mempermudah pemahaman, sistem yang rumit ini dapat disederhanakan menjadi tiga kelompok. Kelompok pertama adalah kelompok penerima rangsang (*reseptor*) di perifer. Kelompok kedua adalah pusat integrasi yaitu batang otak dan serebelum. Kelompok yang ketiga adalah pusat persepsi yaitu korteks otak.

### **2. Gangguan Keseimbangan**

Tiga sistem yang berperan dalam mempertahankan keseimbangan ialah sistem vestibuler, visual dan somatosensorik/proprioseptif. Untuk mempertahankan keseimbangan, maka sedikitnya dua dari tiga sistem tersebut harus berfungsi dengan baik. Bila seseorang menderita vertigo, ini menunjukkan bahwa sistem vestibulanya terganggu. Rasa pening, rasa tidak seimbang, rasa tidak stabil, yang tidak disertai oleh pusing berputar (vertigo) dapat disebabkan oleh berbagai kelainan, misalnya

terdapat gangguan visual, proprioseptif dan juga oleh gangguan pada sistem vestibuler itu sendiri.

**a. Rasa tidak seimbang (Disekuilibrium)**

Keluhan ini diakibatkan berbagai kelainan, misalnya gangguan vestibular, gangguan proprioseptif, penyakit susunan saraf pusat, dan dapat juga diakibatkan oleh gangguan fungsi serebelum, labirin yang tidak berfungsi, intoksikasi obat dan tumor di fossa posterior.

**b. Kepala Terasa Ringan**

Keluhan ini disebabkan oleh efek samping obat, seperti obat anti hipertensi, obat penenang. Keluhan ini juga dapat diakibatkan oleh gangguan sistematis, seperti demam, gangguan metabolik. Penderita dengan gangguan psikis tidak jarang mengemukakan bahwa kepalanya terasa penuh, tidak segar dan terasa ringan.

**c. Hampir Pingsan (Syncope)**

Keluhan ini sering dijumpai pada gangguan homeostatik, gangguan aliran darah, penyakit jantung, anemia dan juga oleh obat. Gangguan irama jantung, kelainan katup jantung dapat mengakibatkan keluhan ini.

**d. Vertigo**

Vertigo adalah perasaan berputar. Penderita merasa atau melihat lingkungannya

bergerak atau dirinya bergerak terhadap lingkungannya. Gerakan yang dialami biasanya gerakan berputar. Namun, kadang dapat berbentuk linier, seperti mau jatuh atau rasa ditarik menjauhi bidang vertikal. Sesuai kejadiannya vertigo ada beberapa macam yaitu vertigo spontan dan vertigo posisi.

Vertigo spontan adalah vertigo yang terjadi karena rangsangan dan penyakitnya langsung, bisa karena rangsangan pada syaraf vestibulernya, pengrusakan misalnya disebabkan oleh infeksi, trauma dan lain-lain atau penekanan misalnya oleh tumor, penekanan cairan endolimf pada penyakit meniere.

Vertigo posisi adalah vertigo yang disebabkan oleh perubahan posisi kepala. Vertigo timbul karena perangsangan pada kupula kanalis semi-sirkularis oleh debris atau pada kelainan servikal. Debris merupakan kotoran yang menempel pada kupula kanalis semi-sirkularis.

**PERANCANGAN PERANGKAT KERAS**

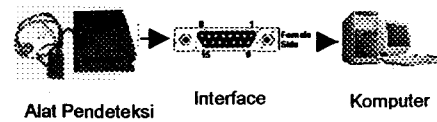
Untuk menghasilkan prototipe alat pendeteksi keseimbangan tubuh manusia diperlukan beberapa tahapan penelitian. Akan dibahas mengenai perancangan perangkat keras yang meliputi tahapan kegiatan penelitian, *interface* atau penghubung antara alat dengan komputer dan prototipe alat itu sendiri.

## 1. Tahapan Kegiatan Penelitian

Dalam perancangan perangkat keras terdapat beberapa tahapan kegiatan yang dilakukan. Tahapan kegiatan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi dua hal. Pertama, pembuatan alat pendeteksi keseimbangan tubuh manusia dan yang kedua yaitu penggunaan *interface* atau penghubung antara alat yang dibuat dengan komputer. Tahapan kegiatan yang dilakukan dalam penelitian ini dapat digambarkan seperti pada Gambar 1. Setelah merancang perangkat keras, kemudian dilanjutkan dengan pembuatan program. Pembuatan program dimaksudkan agar komputer dapat membaca alat yang telah dirancang.

Tahapan kegiatan penelitian ini dimulai dan penentuan penggunaan *interface* atau penghubung alat dengan komputer. *Interface* yang digunakan adalah *game port* atau yang lebih dikenal dengan sebutan *port Joystick*. Pada *game port* juga akan dibahas mengenai konstruksi *Joystick*, konektor *Joystick* dan cara kerja *port Joystick* pada Personal Computer (PC). Setelah menentukan *interface* apa yang akan digunakan, dilakukan pembuatan alat pendeteksi keseimbangan tubuh manusia.

Gambar 1 menggambarkan tahapan kegiatan yang dilakukan dalam penelitian ini. Langkah pertama adalah menentukan *interface* yang digunakan untuk menghubungkan alat dengan komputer, kemudian langkah kedua adalah pembuatan alat.



**Gambar 1 Tahapan Kegiatan Penelitian**

## 2. Interface

Agar alat pendeteksi keseimbangan tubuh manusia dapat dihubungkan dengan komputer, maka diperlukan suatu *interface*. *Interface* yang digunakan adalah *game port*. Sebelum dijelaskan tentang *game port*, maka akan dijelaskan terlebih dahulu tentang *port* komputer.

*Port Input/Output* merupakan bagian yang penting dan sebuah PC. *Port Input/Output* merupakan socket yang diletakkan di belakang komputer. *Port Input/Output* ini digunakan untuk menghubungkan peralatan yang berbeda ke komputer. Tanpa *port* tersebut, komputer tidak berguna. Sampai sekarang, dibutuhkan *port* yang berbeda untuk menghubungkan peralatan yang berbeda pula. Sebagai contoh *port* serial digunakan untuk menghubungkan modem eksternal, *port* paralel digunakan untuk menghubungkan printer, *port* keyboard digunakan untuk menghubungkan keyboard dan sebagainya. Jenis *port Input/Output* adalah *port* serial, *port* paralel, *port* keyboard, *port* PS/2, dan *game port*. Tetapi *port* yang akan digunakan pada alat ini adalah *game port*.

### 3. Game Port

Terdapat beberapa perbedaan dan game controller yang digunakan selama sejarah permainan komputer. Controller yang paling terkenal adalah *Joystick* yaitu sebuah kotak dengan tombol dan tongkat untuk mengontrol gerak dalam permainan. Terdapat beberapa jenis *Joystick*, yaitu digital *Joystick*, paddle controller dan analog *Joystick*.

#### Digital *Joystick*

Jenis *Joystick* yang digunakan di komputer rumah adalah jenis *Joystick* digital Atari. *Joystick* ini terdiri dari lima tombol yang empat diantaranya digunakan untuk mengatur arati *Joystick* (UP, DOWN, LEFT dan RIGHT) dan sisanya untuk tombol penembak (*fire button*). Konektor digital *Joystick* menggunakan konektor 9 pin D-shell.

#### *Paddle controller*

Paddle Controller merupakan pengontrol yang terdiri dari satu tombol yang digunakan untuk mengontrol permainan. *Paddle controller* menggunakan prinsip analog untuk mengontrol dan terdiri dari satu potensiometer dan tombol pada satu pengontrol.

#### Analog *Joystick*

Analog *Joystick* merupakan kombinasi dari digital *Joystick* dan *paddle controller*. Potensiometer digunakan untuk mengukur perpindahan gerak. Digital *Joystick* memungkinkan pengontrolan yang lebih akurat yang dibutuhkan pada program simulator. Analog

*Joystick* telah digunakan di Apple, Amiga dan IBM PC.

Saat ini tipe analog *Joystick* yang paling umum digunakan adalah PC *Joystick* analog. Model *Joystick* ini diperkenalkan oleh IBM bersamaan dengan komputer PC IBM pertama. Pada mulanya *Joystick* ini hanya terdiri dari dua tombol. *Interface Joystick* mempunyai sirkuit untuk menghubungkan dua *Joystick*, tetapi hanya mempunyai satu konektor *Joystick*. Kabel Y dibutuhkan jika akan menggunakan dua *Joystick* dalam waktu yang bersamaan. Beberapa perusahaan menggunakan dua konektor pada *interface card* mereka dan beberapa hanya mengimplementasikan satu input *Joystick*. Untungnya, saat ini banyak card yang mempunyai pilihan untuk dua *Joystick* seperti *Joystick card* IBM.

*Interface card Joystick* didisain sederhana dan semurah mungkin. Card tersebut hanya terdiri dari elektronik bus *interface* dan empat *monostable multivibrators* (terdapat dalam chip 558). *Monostable multivibrator* merupakan sirkuit timer sederhana yang mengeluarkan pulsa dengan lebar yang proporsional terhadap nilai resistansi *Joystick*. Lebar pulsa tersebut kemudian diukur menggunakan *software loop*.

### 4. Konstruksi *Joystick*

*Joystick* terdiri dari dua potensiometer dengan nilai resistansinya antara 0 Ohm sampai dengan 100 KOhm (pada beberapa *Joystick* sampa

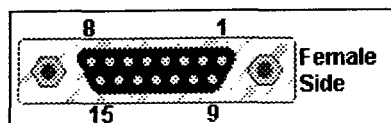
dengan 150 KOhm). Resistansi potensiometer mempunyai nilai minimum pada saat posisi *Joystick* di sebelah kiri alas. Salah satu ujung potensiometer dihubungkan ke pin +5V dan pin yang ditengah digunakan sebagai input *Joystick*, Sedangkan ujung kiri potensiometer tidak terhubung.

Terdapat dua cara yang paling umum digunakan untuk mengkontruksikan mekanisme PC analog *Joystick*. Beberapa *Joystick* mengkonvensikan posisi stick pada gerakan linear, yang kemudian mengubah posisi slider pada bernilai sekitar 100 Kohm linier potensiometer.

Beberapa kontruksi yang umum menggunakan axial potensiometer yang normal dan pergerakan *Joystick* secara langsung mengubah potensiometen tersebut. Beberapa *Joystick* menggunakan 100 KOhm potensiometer khusus yang hanya dapat berputar 60-90 derajat. Kontruksi yang lebih umum menggunakan potensiometer 470 KOhm dengan 270 derajat dan menggunakan sekitar seperempat dan skala awal (nilai range 0 sampai dengan 120 KOhm).

## 5. Konektor Joystick

Konektor *Joystick* mempunyai 15 pin, seperti yang terlihat pada Gambar 2



**Gambar 2 Port Joystick**

Pin tersebut mempunyai fungsi yang berbeda. Untuk melihat fungsi dari pin tersebut dapat dilihat pada Tabel 1. Tabel 1 menggambarkan sinyal pada game *port* dan tugas masing-masing pin.

Beberapa card I/O diimplementasikan hanya pada fungsi *Joystick* pertama yaitu X1, Y1, Switch 1 dan Switch 2. Beberapa adapter *Joystick* mempunyai output sebesar +5 Volt juga pada pin 8.

## 6. Cara Kerja Port Joystick pada Personal Computer (PC)

*Port Joystick* merupakan card I/O 8 bit yang berdampingan dengan bus ISA I/O dengan alamat 201h. Central Processing Unit (CPU) dapat membaca dan menulis *port* I/O *Joystick* pada alamat 20Th. Pengukuran posisi *Joystick* dimulai saat penulisan pada alamat tersebut. *Interface Joystick* hanya menggunakan sinyal yang ditulis pada alamat I/O untuk mereset multivibrators pada card. Nilai data tidak tersimpan di manapun, sehingga ndai data tersebut sama dengan nilai yang ditulis pada alamat tersebut. Pada saat membaca satu byte dan alamat I/O 201h, akan didapat informasi status dan *interface Joystick*.

**Tabel I Pinout Port Joystick**

Pin	Sinyal	Kegunaan
1	XY1 (+5V)	Potentiometer common
2	Switch 1	Button 1

3	XI	X Coordinate potentiometer
4	Ground (untuk switch 1)	Button Common
5	Ground (untuk switch 2)	Button Common
6	YI	Y Coordinate potentiometer
7	Switch 2	Button 2
8	NC	Unused
9	XY2 (+5V)	Potentiometer common
10	Switch 3	Button 1
11	X1	coordinate potentiometer
12	Ground (untuk switch 3n4)	MIDI TXD (transmit)
13	Y2	Y Coordinate potentiometer
14	Switch 4	Button 2
15	Midi	MIDI RXD

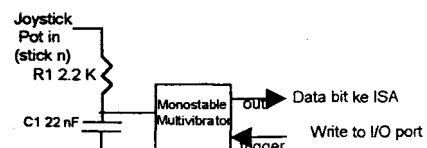
Masukan posisi *Joystick* merupakan masukan sederhana dimana terhubung variabel 0 - 100 kOhm *Joystick* potensiometer. Potensiometer tersambung antara pin power +5V dan satu pin masukan potensiometer.

Nilai resistansi dan potensiometer *Joystick* diukur dengan menggunakan sirkuit monostable multivibrator yang sangat sederhana, dimana kapasitor kecil diisi melalui *Joystick* potensiometer ke tingkat voltase tertentu. *Joystick interface*

Jurnal Teknologi Informasi Vol 2 No. 2

memiliki 4 tipe *monostable multivibrator* ini. Khusus *Joystick interface multivibrators* semua dalam satu 558 IC (IC itu seperti menyederhanakan tipe timers 555 pada satu IC) untuk 2 *port Joystick* dan 556 (dual 555 timer) untuk hanya satu *port Joystick*.

Kerja multivibrator dapat di lihat pada Gambar 3. Multivibrator bekerja dengan cara berikut. Biasanya pada keadaan diam kapasitor C1 terisi penuh (5V) dan memberikan keluaran multivibrator logic 1. Komputer menulis ke alamat I/O 20Th untuk mereset multivibrators. Multivibrators mendapat pulsa pemicu dan sinyal I/O write dan itu mengosongkan kapasitor C1. Keluaran multivibrator menjadi logic 0 karena kapasitor dikosongkan (OV). Kapasitor mulai mengisi dari arus listrik yang melalui R1 dan *Joystick* potensiometer. Ketika voltase kapasitor mencapai tingkat voltase tertentu, keluaran multivibrator kembali ke logic 1.



**Gambar 3 Kerja Multivibrator**

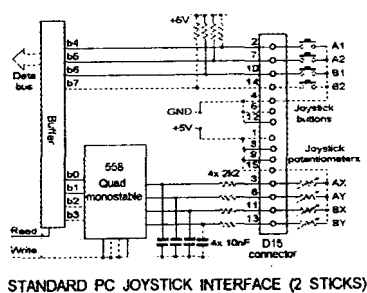
Tombol *Joystick* merupakan masukan on/off sederhana. Tombol *Joystick* juga membiarkan pin mengambang atau tersambung dengan tanah. Keadaan tombol langsung membeli masukan ke *interface joystick* dan melaluinya ke bus ISA data lines ketika seseorang membaca

alamat I/O interface Joystick. Tombol sangat mudah tersambung. Setiap masukan memiliki 1 kohm pull-up resistor R1 yang memastikan bahwa pin tombol Joystick tetap pada potensial +5V (logic 1) ketika tidak ada tombol yang ditekan.

Ketika satu tombol ditekan, masukan tersebut di-grounded Sehingga menyebabkan voltase pada pin itu menjadi 0V yang berarti Joystick interface itu mendapat logic 0 dan masukan tersebut. Jika membaca alamat I/O Joystick port secara konstan, akan didapat keadaan realtime dan pin tombol.

## 7. Diagram Sirkuit Dan Interface Joystick

Blok diagram sirkuit ini digunakan untuk semua interface Joystick dan multi 10 card ke soundcard PC. Pada soundcard PC pin 12 dan pin 15 digunakan oleh MIDI interface yang mempunyai elektronik sendiri terpisah dari Joystick interface. Blok diagram untuk pc standar dapat dilihat pada Gambar 4.



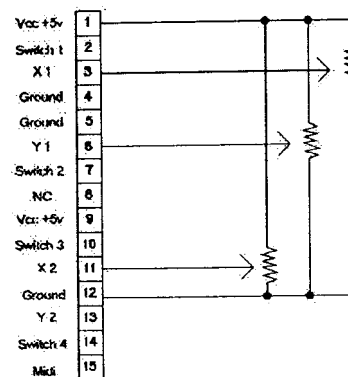
Gambar 4 Blok Diagram PC Joystick

## ALAT PENDETEKSI KESEIMBANGAN TUBUH MANUSIA

Alat pendeteksi keseimbangan tubuh manusia ini terdiri dari sebuah platform berbentuk lingkaran yang mempunyai tiga buah sensor. Ketiga sensor tersebut akan menghasilkan pola pergerakan ayunan tubuh manusia. Perancangan perangkat keras terdiri dari dua bagian yaitu perancangan rangkaian elektronik dan perancangan konstruksi teknis.

### 1. Perancangan Rangkaian Elektronik

Rangkaian elektronik alat pendeteksi keseimbangan tubuh manusia dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Rangkaian Elektronika

Dari rangkaian elektronik pada Gambar 5, terdapat tiga buah resistor geser yang digunakan sebagai sensor. Sensor pertama dihubungkan ke pin nomor 3. Sensor pertama ini akan menghasilkan nilai untuk sumbu X. Sensor kedua dihubungkan ke pin nomor 6. Sensor kedua ini akan menghasilkan nilai untuk sumbu Y. Sensor



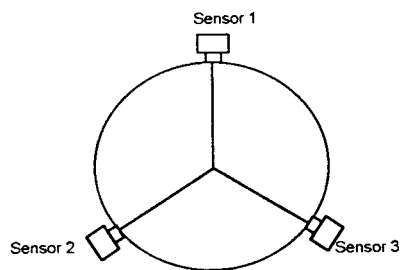
ketiga dihubungkan ke pin nomor 11. Sensor ketiga ini akan menghasilkan nilai untuk sumbu Z. Kemudian ketiga sensor tersebut dihubungkan ke pin nomor 1 dan diberi daya sebesar 5 Volt.

## 2. Kontruksi Teknis

Kontruksi teknis alat pendeteksi keseimbangan tubuh manusia terdiri dari alas, platform, sensor dan tiang penyangga.

Alas terbuat dari bahan tiplek yang berbentuk bujur sangkar dengan ukuran 20cm x 20cm. Alas digunakan sebagai dasar dari alat. Ketiga sensor diletakkan pada alas.

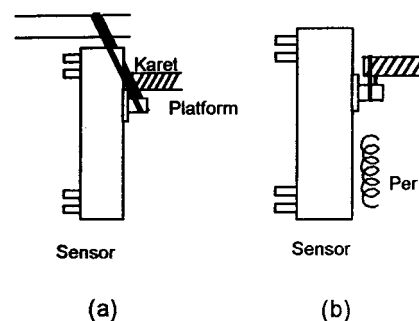
Platform terbuat dari bahan triplek yang berbentuk lingkaran dengan diameter 16cm. Untuk penempatan ketiga sensor, lingkaran harus dibagi tiga. Lingkaran mempunyai derajat sebesar 360, kemudian lingkaran tersebut dibagi tiga bagian sehingga menjadi 120 derajat. Masing-masing sensor diletakkan pada posisi 120 derajat. Penempatan ketiga sensor tersebut dapat dilihat pada Gambar 6.



**Gambar 6 Penempatan Ketiga Sensor**

Sensor yang digunakan sebanyak tiga buah. Sensor diletakkan di antara alas dan

platform. Agar sensor yang digunakan dapat membaca gerakan ayunan tubuh manusia, sensor tersebut diberi karet. Platform diletakkan di atas sensor. Karet diletakkan pada sensor dan tiang penyangga. Penggunaan sensor dengan karet dapat dilihat pada Gambar 7.(a). Selain menggunakan karet, terdapat alternatif lain yaitu dengan menggunakan per. Per diletakkan di bawah sensor, dan platform diletakkan di atas sensor. Penggunaan sensor dengan per dapat dilihat pada Gambar 7.(b). Ketiga sensor tersebut dihubungkan ke baterai sebesar 5 Volt dengan menggunakan kabel.



**Gambar 7 Penggunaan Sensor (a) dengan karet dan (b) dengan per**

Tiang penyangga terbuat dari kayu kecil yang berukuran 3cm. Tiang penyangga yang digunakan adalah sebanyak empat buah dan diletakkan pada keempat sudut. Tiang penyangga ini digunakan untuk menyangga alas dan pijakan. Kemudian keempat alat tersebut yaitu alas, platform, sensor dan tiang penyangga disusun sehingga menghasilkan sebuah alat pendeteksi keseimbangan tubuh manusia.

## PENUTUP

Pada penelitian ini dirancang sebuah prototipe alat keseimbangan tubuh manusia dan membuat perangkat lunak yang akan menghasilkan informasi yang dapat membantu seorang dokter dalam menganalisa gejala suatu penyakit yang disebabkan oleh gangguan keseimbangan seperti rasa tidak seimbang, kepala terasa ringan, hampir pingsan (sincope) dan vertigo. Penderita atau pasien yang mengalami gangguan keseimbangan, tubuhnya akan bergerak atau sempoyongan. Gerakan ayunan tubuh penderita ini yang akan direkam oleh komputer.

Pembuatan prototipe ini menyangkut dua hal yaitu perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak. Alat pendeteksi keseimbangan tubuh ini terdiri dari platform dengan sensor. Untuk menghubungkan alat dengan komputer, diperlukan suatu penghubung atau *interface*. *Interface* yang digunakan adalah *port I/O* yaitu *game port*. Untuk menggantikan fungsi *Joystick* digunakan sensor. Sensor ini yang akan menangkap gerakan ayunan tubuh penderita.

Alat keseimbangan tubuh manusia ini masih berupa prototipe sehingga masih dapat dikembangkan lagi menjadi alat yang dapat digunakan untuk mendeteksi keseimbangan tubuh manusia. Alat keseimbangan tubuh manusia ini juga masih mempunyai keterbatasan yaitu tidak dapat mendeteksi atau menentukan suatu penyakit pasien atau penderita gangguan keseimbangan. Namun bila penggunaan alat ini ingin diperluas

untuk kepentingan kedokteran (medis), untuk itu perlu dilakukan pengujian klinik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1998. Instruction Manual Gravicoder GS-3000.
- Efiaty A.S. dan Nurbaiti I. 1997. Buku Ajar Ilmu Penyakit Telinga Hidung Tenggorok. Balai Penerbit Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia. Jakarta.
- Engdal, Tomi. 1998. Introduction to *Joystick*. <http://www.hut.fi/Misc/Electronics/docs/joystick/-9k->.
- Engdal, Tomi. 1998. PC Analogue *Joystick* Interface. <http://www.hut.fi/Misc/Electronics/docs/joystick/-9k->.
- Hendarmin, H. 1997. Noise Induced Hearing Loss. Konas PERHATI II Jakarta.
- Lumbantobing, S.M. 1996. Vertigo Tujuh Keliling. Balai Penerbit Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia. Jakarta.